



Kampweg 5  
Postbus 23  
3769 ZG Soesterberg

**TNO-rapport**

**TNO-DV 2007 A559**

**Bewegingshinder van impactbeschermingsmiddelen  
voor de ME van de KMar**

T +31 34 635 62 11  
F +31 34 635 39 77  
info-DenV@tno.nl

Datum	december 2007
Auteur(s)	ing. T.K. Tan ing. J.A. Kistemaker
Rubricering rapport	Ongerubriccerd
Vastgesteld door	drs. H. Jager
Vastgesteld d.d.	5 oktober 2007
Titel	Ongerubriccerd
Managementuittreksel	Ongerubriccerd
Samenvatting	Ongerubriccerd
Rapporttekst	Ongerubriccerd
Exemplaarnummer	7
Oplage	13
Aantal pagina's	22 excl. RDP & distributielijst)

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht van het ministerie van Defensie werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Modelvoorwaarden voor Onderzoeks- en Ontwikkelingsopdrachten' (MVDT 1997) tussen de minister van Defensie en TNO indien deze op de opdracht van toepassing zijn verklaard dan wel de betreffende ter zake tussen partijen gesloten overeenkomst.

© 2007 TNO

20080522122

AQ F080805966

**DISTRIBUTION STATEMENT A**  
Approved for Public Release  
Distribution Unlimited



# Bewegingshinder van impactbeschermingsmiddelen voor de ME van de KMar

Resultaten van ergonomietesten die uitgevoerd zijn met impactbeschermingsmiddelen.

## Probleemstelling

Het KPU-bedrijf wil de ME-kleding van de KMar tegen impact op korte termijn gaan vervangen. De kleding bestaat uit verschillende onderdelen die bescherming bieden op diverse plaatsen op het lichaam zoals borst, armen en benen. Omdat er geen bestaand testprotocol voor het testen van fysieke ergonomie bestaat voor deze kledingpakketten, heeft het KPU-bedrijf TNO gevraagd hiernaar onderzoek te doen.

## Beschrijving van de werkzaamheden

Er zijn twee kledingpakketten met impactbescherming vergeleken met het gevechtstenu. Er zijn verschillende ergonomische testen uitgevoerd waarbij gekeken werd naar de fysieke ergonomie

van de kledingpakketten. Daarnaast zijn experts geraadpleegd, waarmee met behulp van de ergonomische testen een knelpuntenanalyse is uitgevoerd. Met de experts is ook gekeken naar de huidige kleding.

## Resultaten en conclusies

De geteste kleding met impactbescherming geeft bewegingsbeperkingen. Werkzaamheden boven het hoofd zijn met de nieuwe kleding daardoor niet meer mogelijk. Ook bewegingen waarbij het bovenbeen ten opzichte van de heup flink wordt gebogen en waarbij de armen voor het lichaam langs kruisen worden bemoeilijkt. Ten opzichte van de huidige kleding is er een afname in bewegingsbeperking.

De impactbeschermingsmiddelen zorgen ervoor dat de persoon die ermee werkt, het snel warm krijgt. Het is aan te bevelen onderzoek te verrichten naar de inzetduur in kleding tegen impact tijdens warme omstandigheden.

De nieuwe kleding met impactbescherming beschermt een groter deel van het lichaam. Daardoor neemt de nieuwe kleding met impactbescherming ingepakt meer plaats in dan de huidige kleding.

## Toepasbaarheid

De resultaten kunnen door het KPU-bedrijf worden meegenomen bij het opstellen van eisen voor nieuwe kleding met impactbescherming.

## Bewegingshinder van impactbeschermingsmiddelen voor de ME van de KMar

### Contact en rapportinformatie

PROGRAMMA	PROJECT
Programmabegeleider N.v.t.	Projectbegeleider R. Gunters, KPU-bedrijf
Programmaleider N.v.t.	Projectleider P.A. Reffeltrath, TNO Defensie en Veiligheid
Programmatitel N.v.t.	Projecttitel Bewegingshinder van impactbeschermingsmiddelen voor de ME van de KMar
Programmanummer N.v.t.	Projectnummer 013.14416.01.01
Programmaplanning Start N.v.t. Gereed N.v.t.	Projectplanning Start april 2004 Gereed september 2007
Frequentie van overleg Met de programma/projectbegeleider werd 8 maal gesproken over de invulling en de voortgang van het onderzoek.	Projectteam drs. P.A. Reffeltrath ing. J.A. Kistemaker ing. T.K. Tan M.G.M. Weghorst

Kampweg 5  
Postbus 23  
3769 ZG Soesterberg

T +31 34 635 62 11  
F +31 34 635 39 77

info-DenV@tno.nl

**TNO-rapportnummer**  
TNO-DV 2007 A559

**Opdrachtnummer**  
-

**Datum**  
december 2007

**Auteur(s)**  
ing T.K. Tan  
ing. J.A. Kistemaker

**Rubricering rapport**  
Ongerubriceerd

## Inhoudsopgave

	<b>Managementuittreksel .....</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Materialen en methoden .....</b>	<b>6</b>
2.1	Proefpersonen .....	6
2.2	Experts.....	6
2.3	Kleding van de TNO proefpersonen.....	6
2.4	Kleding van de experts.....	7
2.5	Schema .....	8
2.6	Ergonomische testen van de TNO proefpersonen.....	8
2.7	Ergonomische testen van de experts.....	10
2.8	Analyses .....	11
<b>3</b>	<b>Resultaten.....</b>	<b>12</b>
3.1	Ergonomietesten TNO proefpersonen .....	12
3.2	Resultaat KMar experts.....	17
3.3	Resultaat politie experts .....	17
<b>4</b>	<b>Discussie .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Conclusie en aanbevelingen.....</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Ondertekening .....</b>	<b>22</b>

# 1 Inleiding

Het KPU-bedrijf wil de ME-kleding van de KMar tegen impact op korte termijn gaan vervangen. De huidige en nieuwe kleding bestaat uit verschillende onderdelen die bescherming biedt op diverse plaatsen op het lichaam zoals borst, armen en benen.

Omdat er geen bestaand testprotocol voor het testen van fysieke ergonomie bestaat voor deze kledingpakketten, heeft het KPU-bedrijf TNO gevraagd hiernaar onderzoek te doen. TNO heeft al vaker voor verschillende soorten kledingpakketten gekeken naar de ergonomie.

Het KPU-bedrijf heeft TNO gevraagd twee commercieel verkrijgbare kledingpakketten te testen: 'V-Top' en 'KLPD nieuwe kleding'.

TNO heeft verschillende testen uitgevoerd om de kledingpakketten te beoordelen op fysieke ergonomie.

## 2 Materialen en methoden

Om de twee verschillende kledingpakketten met impactbescherming te testen is een experiment opgezet, waarin zeven proefpersonen uit het TNO proefpersonenbestand alle kledingpakketten een keer hebben gedragen. De proefpersonen hebben telkens dezelfde testen uitgevoerd. Ook werden de testen uitgevoerd in een gevechtstenu (GVT). Dat wil zeggen dat ze geen kleding met impactbescherming droegen. Het experiment is opgezet als een gebalanceerd cross-over experiment. Een cross-over opzet kan systematische fouten introduceren, omdat de volgorde effect zou kunnen hebben op de resultaten. Om deze systematische fout te compenseren worden de testen gebalanceerd, zodat volgorde effecten uitblijven.

Naast deze zeven proefpersonen zijn er in totaal vier experts (ME'ers) geweest die enkele ergonomie testen hebben uitgevoerd om knelpunten te verzamelen, die tijdens het werken met de beschermende kleding ervaren worden.

### 2.1 Proefpersonen

Aan de tests hebben zeven mannelijke proefpersonen uit het TNO proefpersonenbestand deelgenomen: van de acht proefpersonen kon er één niet meedoen wegens ziekte. De proefpersonen waren studenten uit het TNO proefpersonen bestand en hadden geen ervaring met het dragen van impactbescherming. De gemiddelde leeftijd was 22 jaar en lag tussen de 19 en 26 jaar. Hun lengte lag tussen de 1,80 en 1,90 meter.

### 2.2 Experts

Naast de student proefpersonen waarbij gekeken wordt naar prestatievermindering van de impactbescherming kledingpakketten, zijn ook vier werkzame ME'ers gevraagd om vanuit een expert standpunt de kledingpakketten te beproeven. Getracht is met deze experts een zo goed mogelijk beeld te krijgen van mogelijke knelpunten van de impactbescherming tijdens het werken met de kleding. Er zijn twee ME'ers van de KMar en twee ME'ers van de politie naar TNO gekomen.

### 2.3 Kleding van de TNO proefpersonen

De studenten hebben de fysieke ergonomietesten drie maal uitgevoerd, namelijk tweemaal met de twee verschillende impactbeschermingsmiddelen en eenmaal zonder impactbescherming:

- 1 Gevechtstenu, V-Top van het bedrijf Med-Eng.
- 2 Gevechtstenu, KLPD nieuwe kleding van het bedrijf BSST.
- 3 Gevechtstenu, zonder impactbescherming.

Het KPU-bedrijf had oorspronkelijk verzocht nog een kledingpakket mee te nemen (MKTech), maar dit kon wegens logistieke omstandigheden niet meegenomen worden in het project. Hieronder volgt een beschrijving van de gebruikte kledingpakketten.

### 2.3.1 *V-Top:*

- Maat XL.
- Geïntegreerde onderbeenbeschermers die bescherming bieden aan de wreef van de voet, de voorkant van het onderbeen en de knie.
- Bodyprotector die de romp rondom beschermt. Tevens wordt bescherming geboden aan de schouders, de bovenzijde en de zijkant van de bovenarmen.
- Onderarmbeschermers die de onderarmen aan de bovenzijde beschermen.
- De bescherming zelf is van een metaallegering gemaakt.
- De impactbescherming wordt over het GVT gedragen.

### 2.3.2 *KLPD nieuwe kleding van BSST*

- Maat XS tot en met XL.
- Geïntegreerde onderbeenbeschermers die bescherming bieden aan de wreef van de voet, de voorkant van het onderbeen en de knie.
- Bodyprotector die de romp rondom beschermt.
- Bovenarmbeschermers die de bovenzijde en de zijkant van de bovenarmen beschermen.
- Onderarmbeschermers die de onderarmen aan de bovenzijde beschermen.
- De bescherming zelf is van een kunststof gemaakt.
- De impactbeschermingsmiddelen worden over het GVT gedragen. Hier overheen wordt politiekleding gedragen.
- In de kleding die over de impactbeschermingsmiddelen gedragen wordt, zijn zakken aangebracht ter hoogte van de bovenbenen. In deze zakken bevindt zich de bescherming van de bovenbenen.

## 2.4 **Kleding van de experts**

In totaal zijn er door de experts 2 kledingpakketten getest:

- Huidige ME kleding van zowel politie als Kmar.
- KLPD nieuwe kleding van het bedrijf BSST.

De Kmar experts hebben de huidige kleding gedragen. De politie experts hebben de nieuwe KLPD kleding gedragen. Eén KMar expert en één politie expert hebben naast onderstaande kledingstukken ook het lichtgewicht steek-/kogelwerend vest (veiligheidsvest) en de huidige toque gedragen.

### 2.4.1 *Huidige ME kleding van de KMar en politie*

- Bovenbeenbeschermers die bescherming bieden aan de voorkant van het bovenbeen.
- Bodyprotector die bescherming biedt aan de voor- en achterkant van de romp.
- Onderbeenbeschermers.
- Lang ondergoed.
- Broek en jas.
- Handschoenen.
- Koppel met pepperspray, wapen, gasmasker, lamp en handboeien.
- Helm.
- Schild.
- Wapenstok.

### 2.4.2 KLPD nieuwe kleding van BSST

- Maat XS tot en met XL.
- Geïntegreerde onderbeenbeschermers die bescherming bieden aan de wreef van de voet, het de voorkant van het onderbeen en de knie.
- Bodyprotector die de romp rondom beschermt.
- Bovenarmbeschermers die de bovenzijde en de zijkant van de bovenarmen beschermen.
- Onderarmbeschermers die de onderarmen aan de bovenzijde beschermen.
- De bescherming zelf is van een kunststof gemaakt.
- De impactbeschermingsmiddelen worden over het GVT gedragen. Hier overheen wordt politiekleding gedragen.
- In de kleding die over de impactbeschermingsmiddelen gedragen wordt, zijn zakken aangebracht ter hoogte van de bovenbenen. In deze zakken bevindt zich de bescherming van de bovenbenen.
- Lang ondergoed.
- Broek en jas.
- Handschoenen.
- Koppel met pepperspray, wapen, gasmasker, lamp en handboeien.
- Helm.
- Schild.
- Wapenstok.
- Gasmasker.

## 2.5 Schema

Hieronder is het schema weergegeven met daarin de volgorde zoals de proefpersonen de kledingpakketten hebben gedragen:

PP	conditie 1	conditie 2	conditie 3	conditie 4	
1	A	B	C	rust	dag 1
2	B	C	rust	A	
3	C	rust	A	B	
4	rust	A	B	C	
5	rust	C	B	A	dag 2
6	C	B	A	rust	
7	B	A	rust	C	
8	A	rust	C	B	

A = V-Top

B = KLPD nieuwe kleding

C = Gevechtstenue (GVT)

Proefpersoon vier heeft wegens ziekte niet mee kunnen doen aan het experiment.

## 2.6 Ergonomische testen van de TNO proefpersonen

TNO beschikt over een testbatterij van verschillende testen die gebruikt zouden kunnen worden om de fysieke ergonomie van kleding. Uit deze testbatterij is een selectie testen gemaakt, die voor kleding met impactbescherming van belang zijn. Alle proefpersonen hebben in elk kledingpakket de testen uitgevoerd. Bij het dragen van het gevechtstenue

is de tijdtaak niet uitgevoerd in verband met risico's op verwondingen aan de armen en benen. Hieronder wordt kort omschreven welke ergonomische testen uitgevoerd moesten worden.

#### 2.6.1 *Sprint*

Bij een korte sprint (10 meter) waarbij de proefpersoon zo snel mogelijk moet lopen, kan worden bepaald in hoeverre het kledingpakket invloed heeft bij snelle verplaatsingen. Een snellere tijd betekent een betere prestatie. Deze test is per kledingpakket 2 keer uitgevoerd.

#### 2.6.2 *Evenwichtsbalk*

De snelheid waarmee over een zigzaggende evenwichtsbalk kan worden gelopen, zegt iets over de invloed van het kledingpakket op het bewaren van het evenwicht tijdens voorwaartse bewegingen. Tijdens het lopen over de evenwichtsbalk mag de proefpersoon de grond niet aanraken. Hoe sneller de gemeten tijd om over de balk te lopen, hoe beter de prestatie. Deze test is per kledingpakket 2 keer uitgevoerd.

#### 2.6.3 *Tijgeren*

Een 'tijdtaak' heeft veel invloed op het verschuiven van de beschermingsmiddelen. Zowel de beenkappen als armbeschermers hebben het zwaar te verduren. Deze test is een goede indicatie over mogelijke verschuivingen van de beschermers. Bij het dragen van het gevechtstenu is niet getijgerd in verband met risico's op verwondingen aan de armen en benen. Ook hier geldt weer dat een snellere tijd overeenkomt met een betere prestatie. De afstand waarover getijgerd werd is 10 meter.

#### 2.6.4 *Stappen*

Het stappen over een elastiek, waarbij zo snel mogelijk verplaatst moet worden zegt wat over de bewegingsbeperking van de beenbescherming. De prestatie is beter als de tijd sneller is. De afstand waarover deze taak uitgevoerd werd is 10 meter.

#### 2.6.5 *Raamklimmen*

Door een raam klimmen is een taak waarbij coördinatie een grote rol speelt. Beperkingen van coördinatie van het hele lichaam kunnen ten gevolge van het dragen van de kledingpakketten zo in kaart gebracht worden. De tijd om de taak te volbrengen geeft aan hoe goed gepresteerd wordt. Een snellere tijd is een betere prestatie.

#### 2.6.6 *Liggen/staan*

Als de proefpersoon rechtop staat, vervolgens plat op de grond gaat liggen en dan weer recht op gaat staan, kan dat wat zeggen over de beperking in mobiliteit van het gehele pak. Niet alleen bewegingsbeperkingen spelen een rol. Ook het gewicht van de kledingpakketten zijn van invloed. Hoe sneller de eindtijd, hoe beter de prestatie.

#### 2.6.7 *8-tjes lopen*

De proefpersonen moeten zo snel mogelijk drie 8-tjes lopen waarbij ze gebukt onder een lat door moeten lopen. Als de proefpersonen zich niet onder de lat bevinden moeten ze zich weer oprichten. Met deze test kan bekeken worden of een eventuele beperking van de romp en het gewicht invloed hebben op het lopen. Ook hier komt een snellere tijd overeen met een betere prestatie.

### 2.6.8 *Sit-and-reach*

Bij de sit-and-reach test komt een eventuele belemmering bij het voorover buigen naar voren. De proefpersoon zit op de grond met de benen en armen gestrekt naar voren. De afstand tussen de tenen en vingers is bepalend voor deze test. Hoe verder gereikt kan worden des te beter de prestatie is.

### 2.6.9 *Stand-and-reach*

De stand-and-reach test is een variant op de sit-and-reach test, waarbij de proefpersoon niet zit maar staat. Ook deze taak kan wat zeggen over belemmeringen tijdens het vooroverbuigen. Een hogere score overeen komt met een betere prestatie.

### 2.6.10 *Gezichtsveld naar de grond*

Door de kleding kan een beperking van het gezichtsveld ontstaan naar onder andere de grond. Dit kan een beperking bij het lopen en kijken betekenen. Om deze beperking te meten is een lat tussen de voeten op de grond gelegd. De afstand vanaf de hak tot waar de lat voor de proefpersonen zichtbaar is, geeft aan wat de beperking in zicht naar de grond is. Hier geldt hoe kleiner de afstand die nog waargenomen kan worden hoe beter de prestatie. Het gezichtsveld naar de grond is dan immers beter.

### 2.6.11 *Bewegingsbeperking schouder (Range Of Motion, ROM)*

Een eventuele bewegingsbeperking in de schouder wordt gemeten door de gestrekte armen vanuit afhangende positie zijwaarts zo hoog mogelijk boven het hoofd te heffen (abductie). Hoe groter de hoek is die gemaakt wordt hoe meer bewegingsvrijheid er is en hoe beter de prestatie dus is. De bewegingsbeperking van de armen zal in dit rapport verder aangeduid worden met ROM (Range Of Motion).

## 2.7 **Ergonomische testen van de experts**

Bij de expert ergonomietesten is niet gekeken naar prestatieverlies tijdens het dragen van de kleding, maar is gelet op mogelijke knelpunten in bewegingen. Getracht is de ergonomische testen uit te voeren op een manier waarbij uitgegaan is van een dreiging van voren. Om een zo realistisch mogelijk scenario te doorlopen, is aan de ME'ers gevraagd de testen zo veilig mogelijk uit te voeren en dus niet zo snel mogelijk. Hoe deze testen met deze groep is uitgevoerd wordt hieronder beschreven. Daarna worden de commentaren van de ME'ers in het huidige pak (KMar) en van de ME'ers in de BSST uitrusting (Politie) samengevat weergegeven.

Met vier ME'ers is een deel van de ergonomische testen uitgevoerd. Twee ME'ers van de politie en twee ME'ers van de KMar hebben meegedaan.

Twee ME'ers van de politie hebben de testen uitgevoerd in het BSST pak. Eén politie ME'er had de volledige uitrusting zonder toque en veiligheidsvest. De andere droeg gehele uitrusting inclusief toque en veiligheidsvest.

Twee ME'ers van de KMar hebben de testen uitgevoerd in het huidige ME pak. Eén KMar ME'er had de volledige uitrusting zonder toque en veiligheidsvest. De andere droeg de gehele uitrusting inclusief toque en veiligheidsvest.

### 2.7.1 *Sprint, stappen en evenwichtsbalk*

De dreiging van de sprint is in de richting waar naartoe wordt bewogen. Het wapenschild moet geheven voor de ME'er gedragen worden. De wapenstok wordt in de aanslag gehouden.

Bij de evenwichtsbalk hielden de ME'ers altijd één been voor het andere been en werden de voeten steeds aangeschoven. Deze manier van voortbewegen over een balk is steviger dan 'over stappen'.

### 2.7.2 *Raamklimmen*

De dreiging is gelegen aan de andere zijde van het raam waar doorheen geklommen wordt.

De test begint met de wapenstok in de aanslag en het schild geheven. De wapenstok zal opgeborgen moeten worden om een hand vrij te houden om door het raam heen te klimmen. Hierbij mag de ME'er zelf weten hoe door het raam heen wordt geklommen.

Als het schild maar voor zich gehouden wordt met het oog op veiligheid. Aan de andere kant van het raam moet de wapenstok gepakt worden om weer in de aanslag te houden.

### 2.7.3 *8-tjes*

De ME'er heeft dreiging vanuit één richting. Terwijl de route in de vorm van een 8 wordt afgelegd kijkt de ME'er altijd dezelfde richting op. De bukbeweging die gemaakt wordt is altijd in vooruitgaande richting.

### 2.7.4 *Sit-and-reach, stand-and-reach test, zicht en ROM*

Deze testen worden volgens de standaard manier uitgevoerd. De ME'ers hanteren hierbij geen wapenstok en schild. De stand-and-reach test is vergelijkbaar met een sitdown actie, zoals die door de ME uitgevoerd wordt.

## 2.8 **Analyses**

De data is geanalyseerd met het softwarepakket Statistica en is getoetst met een ANOVA voor herhaalde metingen. Er is getoetst met een significantieniveau van  $p \leq 0,05$ . Er is getoetst op verschillen tussen de drie kledingpakketten tijdens de verschillende ergonometestten.

### 3 Resultaten

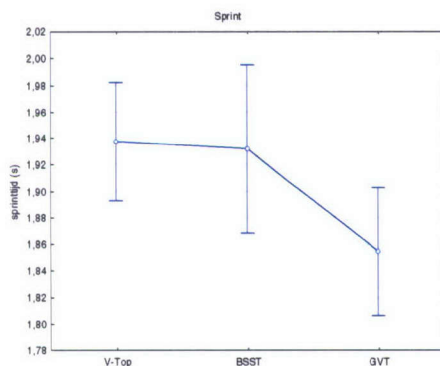
De resultaten van de ergonometest worden weergegeven. De resultaten zijn uitgespitst in resultaten van de TNO proefpersonen, politie ME'ers en KMar ME'ers. De resultaten van de ME'ers bestaat uit opmerkingen die ze hebben ten aanzien van de kleding tegen impact.

#### 3.1 Ergonometesten TNO proefpersonen

De resultaten van de ergonometesten zullen afzonderlijk aan de orde komen. Voor alle testen geldt dat er is getoetst met een significantieniveau van  $p \leq 0,05$ . Indien het significantieniveau hoger is zal dit expliciet worden aangegeven.

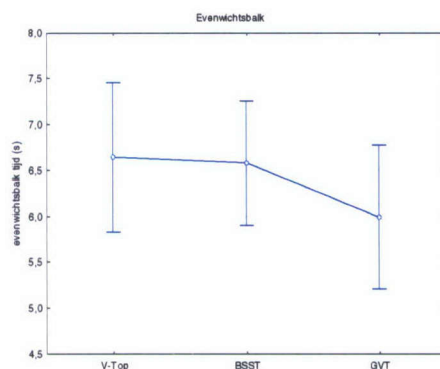
##### 3.1.1 Sprint

De sprint was in het GVT significant ( $p \leq 0,01$ ) sneller dan de sprint waarbij impactbescherming gedragen werd. Tussen de twee kledingpakketten waarbij impactbescherming werd gedragen was geen significant verschil waargenomen. De gemiddelde sprinttijd in het GVT bedroeg gemiddeld 1,85 seconden terwijl die voor de andere twee kleding pakketten gemiddeld 1,93 seconden bedroeg.



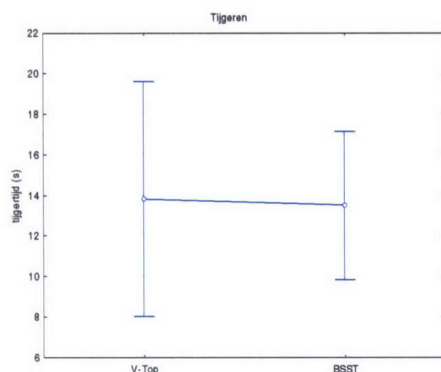
##### 3.1.2 Evenwichtsbalk

Net als bij de sprint kan significant sneller over de evenwichtsbalk worden gelopen met de conditie waarbij het GVT gedragen wordt. Ook hier is er geen significant verschil tussen de kledingpakketten met impactbescherming. De gemiddelde tijd om de evenwichtsbalk zonder fouten over te steken bedroeg voor het GVT 6,0 seconden en voor de V-Top en de BSST 6,6 seconden.



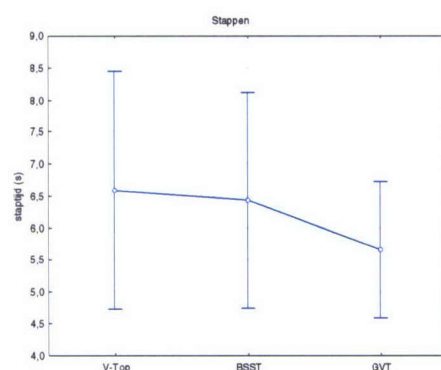
### 3.1.3 Tijgeren

De tijgertaak is alleen uitgevoerd met de V-Top en BSST kledingpakketten. Tussen deze twee condities is geen significant verschil opgetreden in tijgertijd. De gemiddelde tijd voor de V-top en BSST bedroeg respectievelijk 13,8 en 13,5 seconden.



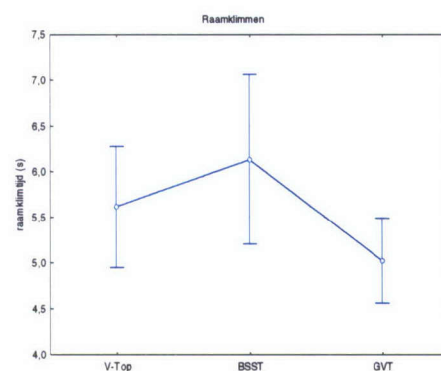
### 3.1.4 Stappen

Het stappen lijkt voor de kledingpakketten met impactbescherming in vergelijking met het GVT geen enkel probleem te zijn. Tussen de drie condities worden geen significante verschillen gevonden. De gemiddelde staptijden voor het GVT, V-top en de BSST was respectievelijk 5,7, 6,6 en 6,4 seconden.



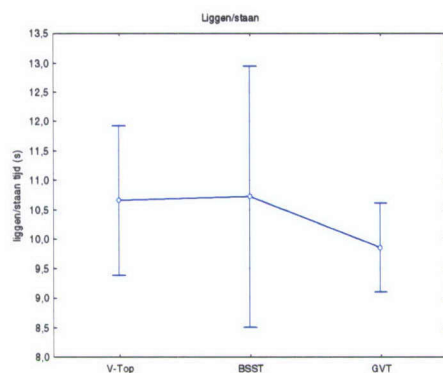
### 3.1.5 Raamklimmen

Het raamklimmen geeft een dusdanige bewegingsbeperking, dat er significante verschillen gevonden worden tussen het GVT en de kledingpakketten met impactbescherming. Er zijn geen significante verschillen tussen de twee kledingpakketten met bescherming gevonden. De gemiddelde tijd voor het GVT was 5,0. De tijd die nodig was om door het raam te klimmen met de V-Top en BSST is respectievelijk 5,6 en 6,1 seconden.



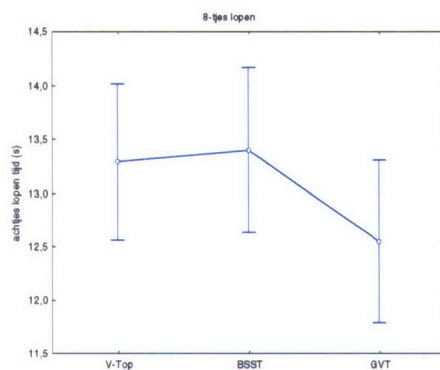
### 3.1.5.1 *Liggen/staan*

Bij het liggen en staan lijken de beschermende middelen geen invloed te hebben op de snelheid waarmee de taak uitgevoerd kan worden. Er treedt geen significant verschil op tussen de drie kledingpakketten. De tijden van het GVT, V-Top en BSST zijn respectievelijk 9,8, 10,7 en 10,7 seconden.



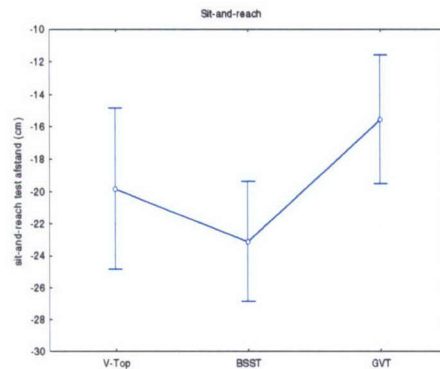
### 3.1.5.2 *8-tjes lopen*

Bij het 8-tjes lopen zijn de proefpersonen zonder impactbescherming significant ( $p \leq 0,01$ ) sneller dan met impactbescherming. Er wordt geen significant verschil gevonden tussen de twee verschillende kledingpakketten met impactbescherming. De gemiddelde tijden voor het lopen van de 8-tjes met het GVT, V-Top en BSST zijn respectievelijk 12,5, 13,3 en 13,4 seconden.



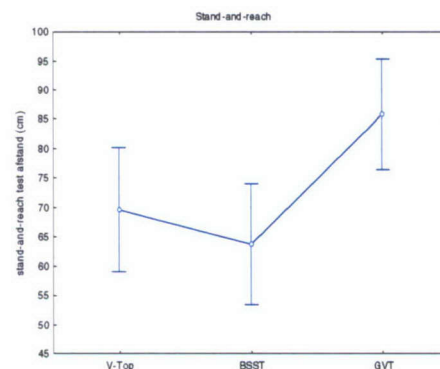
### 3.1.6 *Sit-and-reach*

De sit-and-reach test laat een significant verschil zien tussen de condities met en zonder impactbescherming. Ook bij deze test is er geen significant verschil tussen de twee kledingpakketten met impactbeschermingsmiddelen. De vingertoppen van de proefpersonen konden niet voorbij de tenen komen. De gemiddelde afstand van vingertoppen tot aan de tenen bedraagt voor het GVT 15,6 centimeter. De afstanden van de V-Top en BSST zijn respectievelijk 19,9 en 23,1 centimeter.



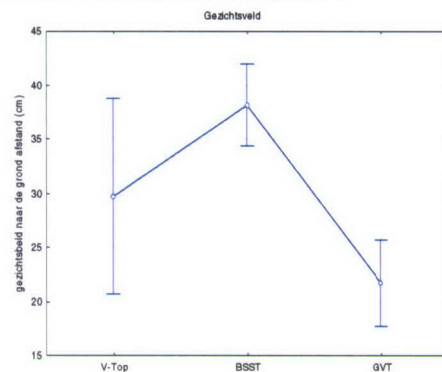
### 3.1.7 *Stand-and-reach*

De stand-and-reach test geeft eenzelfde beeld als de sit-and-reach test. Er is dus een significant verschil tussen het GVT en de impactbescherming kledingpakketten, maar niet tussen de bescherming kledingpakketten onderling. De afstanden vanaf de hiel gemeten zijn voor het GVT, V-Top en BSST respectievelijk 85,9 , 69,6 en 63,7 centimeter.



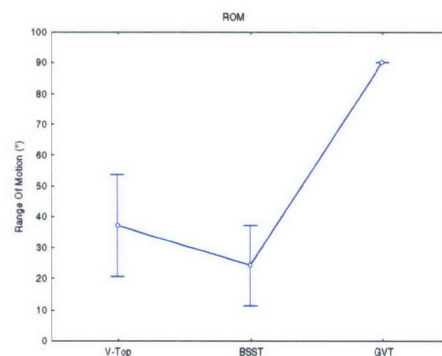
### 3.1.8 *Gezichtsveld naar de grond*

Bij de test naar het gezichtsveld naar de grond bleek tussen alle kledingpakketten een significant verschil te zijn. Voor het GVT met BSST is zelfs een significantieniveau gevonden van  $p \leq 0,01$ . Het gemiddelde voor het GVT is 21,7 cm, voor de V-Top 29,7 cm en voor de BSST 38,1 cm.



### 3.1.9 *ROM*

De test waarin wordt gekeken naar bewegingsbeperkingen van de arm wijst uit dat er een significant verschil is tussen het GVT en de impactbescherming kledingpakketten ( $p \leq 0,01$ ). Tussen de twee impactbescherming kledingpakketten is er geen significant verschil. Bij het dragen van het GVT kunnen alle proefpersonen de armen tot recht boven het hoofd heffen. Als de impactbeschermingsmiddelen gedragen worden kan geen van de proefpersonen de armen zo ver boven het hoofd krijgen. Bij de V-Top kunnen de armen gemiddeld  $53^\circ$  minder ver geheven worden ten opzichte van het GVT. Bij de BSST is de verschilwaarde gemiddeld  $66^\circ$ .



Overzicht.

Hieronder is in tabelvorm het significantieniveau weergegeven van de verschillende testen:

Test / kleding	GVT en V-Top	GVT en BSST	V-Top en BSST
Sprint	0.01	0.01	n.s.
Evenwichtsbalk	0.05	0.05	n.s.
Tijgeren	n.v.t.	n.v.t.	n.s.
Stappen	n.s.	n.s.	n.s.
Raamklimmen	0.05	0.05	n.s.
Liggen/staan	n.s.	n.s.	n.s.
8-tjes	0.01	0.01	n.s.
Sit & reach	0.05	0.05	n.s.
Stand & reach	0.05	0.05	n.s.
Zicht	0.05	0.01	0.05
ROM	0.01	0.01	n.s.

### 3.2 Resultaat KMar experts

Hieronder volgen de resultaten van de testen met de huidige ME kleding zoals omschreven in paraaf 2.4.1.

De testen zijn bijna allemaal goed uit te voeren. Alleen bij de sit- en stand-and-reach testen drukt de bodyprotector in de benen/liezen. De bewegingsvrijheid is te beperkt voor sitdown acties. Ook heeft men regelmatig last van de toque die onprettig zit. Het gewicht van het hele pakket is goed.

De kleding beschermt te weinig tegen harde klappen en de beschermde oppervlakte is aan de zuinige kant. De voeten zijn niet goed genoeg beschermd. De body protector kruipt tijdens het bewegen vaak omhoog en moet weer op de plaats getrokken worden om beschermd te blijven. Ook blijven de beenprotectoren niet goed op de plaats zitten. Om het gasmasker op te zetten is het noodzakelijk om de helm af te zetten, wat de veiligheid op dat moment niet ten goede komt.

Het dragen van het veiligheidsvest leek geen invloed te hebben op de fysieke ergonomie van het kledingpakket.

Het dragen van de toque werd als onprettig ervaren.

### 3.3 Resultaat politie experts

Hieronder volgen de resultaten van de testen met de BSST kleding zoals omschreven in paraaf 2.4.2.

Hoewel de bewegingen soms aangepast moeten worden zijn de meeste testen goed uit te voeren. De Range of Motion (ROM) was beperkt; met name het heffen van de armen boven schouder niveau was lastig. Bij bewegingen waarbij de bovenarm voor de romp gebracht moet worden knelt de bodyprotector bij de schouders. Bij de sit- en stand-and-reach testen drukt de bodyprotector in de benen/liezen en in de hals. De bewegingsvrijheid is te beperkt om sitdown acties goed uit te kunnen voeren. Er werd aangegeven dat de toque vaak niet gedragen wordt omdat deze niet prettig zit.

Het nieuwe kleding ensemble geeft de drager een veilig gevoel. Het voelt stevig aan en een groter oppervlakte van het lichaam wordt beschermd. De beenbeschermers worden erg positief beoordeeld. De bescherming bij de wreef wordt als onmisbaar bestempeld. Ook is de pasvorm volgens de ME'ers goed. Ze zijn nauwelijks voelbaar en verschuiven niet tijdens het uitvoeren van de testen. De nieuwe uitrusting verschuift ook minder dan de huidige uitrusting.

De kleding wordt door beide politie ME'ers als warm ervaren in het neutrale klimaat (20 °C) waarin de testen werden uitgevoerd. De testen, die niet erg inspannend zijn, zorgden ervoor dat de proefpersonen het warm kregen en flink gingen transpireren.

De nieuwe kleding is volumineuzer en kleedt daardoor minder strak af dan het huidige kledingpakket. De opbergruimte om het nieuwe kledingpakket op te bergen, is ook groter dan het huidige kledingpakket. Waarschijnlijk is de ruimte die nodig is om het nieuwe pakket aan te trekken ook groter dan bij de huidige kleding. Ook het volume in opgeborgen toestand is groter dan het volume van de huidige kleding in opgeborgen toestand.

Het dragen van het veiligheidsvest leek geen invloed te hebben op de fysieke ergonomie van het kledingpakket.

Het dragen van de toque werd als onprettig ervaren.

## 4 Discussie

De TNO proefpersonen en de ME'ers hebben we weliswaar dezelfde testen uit laten voeren, maar op een andere manier. Bij de TNO proefpersonen ging het puur om het prestatieverlies van de beschermingsmiddelen en bij de experts is meer gekeken naar knelpunten. De experts hebben een andere achtergrond waardoor ze werkgerelateerde knelpunten beter kunnen inschatten. Ook de wijze van uitvoeren van testen zoals dat in een werkelijke situatie zou gebeuren zou voor de TNO proefpersonen onmogelijk zijn geweest. De testen van de experts en de TNO proefpersonen zijn dus niet met elkaar te vergelijken, maar de resultaten van beide kunnen van belang zijn om een uiteindelijk oordeel te kunnen vellen.

Hoewel het aantal TNO proefpersonen niet zeer uitgebreid is, is een trend te zien in de resultaten. Het GVT komt qua prestatie in de testen als beste naar voren. Dit is te verklaren, want hoe minder iemand aan heeft, hoe minder beperking verwacht kan worden.

Het BSST kledingpakket bestaat normaal gesproken uit lang ondergoed, de beschermingsmiddelen en overkleding van de politie. Om de kledingpakketten met elkaar te kunnen vergelijken werd bij de testen met de studenten het GVT onder de beschermingsmiddelen gedragen. De twee politie ME'ers hebben wel lang ondergoed gedragen. We verwachten dat dit de resultaten niet heeft beïnvloed.

Uit de data blijkt dat de twee geteste kledingpakketten met impactbescherming elkaar niet veel ontlopen. Er is behalve bij de test waarbij gekeken wordt naar het zicht naar de grond geen significant verschil gevonden tussen de verschillende impactbescherming kledingpakketten. Het verschil dat gevonden wordt tijdens de test met het zicht naar onderen, kan verklaard worden omdat met het nieuwe politiekleding pakket er kleding over de impactbescherming werd gedragen. De kleding over de impactbescherming kan door het volume een extra belemmering in het zicht naar onderen veroorzaken.

De studenten gaven aan weinig last van de impactbescherming te hebben. Hoewel ze hun bewegingspatroon soms moesten aanpassen, gaven ze aan de testen wel goed uit te kunnen voeren. Bijvoorbeeld bij het stappen liepen ze als het ware een beetje wijdbeens omdat ze anders hun benen niet hoog genoeg konden heffen. Dit kwam door de bodyprotector. De ME'ers gaven tevens aan dat tijdens deze test de toque in de weg kwam te zitten.

Hoewel de studenten de impactbescherming kledingpakketten eigenlijk maar even aangehad hebben (circa 20 minuten) gaven ze aan het wel warm te vinden. De ME'ers die meegedaan hebben droegen de kleding gedurende 1 à 1,5 uur. De arbeid die verricht werd was niet zwaar en de omgevingstemperatuur was neutraal (circa 20 °C). Toch hadden alle personen het snel warm en transpireerden ze na de testen.

Tijdens de proeven met de experts kwam naar boven dat bij beide geteste impactbeschermingsmiddelen de beweging soms wordt beperkt. Als in de heup gebogen wordt, kunnen de bovenbenen tegen de bodyprotector aankomen, waardoor een beweging niet verder uitgevoerd kan worden. De bovenarmen kunnen niet voor de romp langs gebracht worden, omdat ze dan tegen de bodyprotector aankomen. Taken die boven het hoofd uitgevoerd moeten worden zijn met de BSST zo goed als niet te doen. De beperkingen

zijn daar te groot. Omdat deze bewegingen niet door de experts zijn uitgevoerd in de V-Top is er geen bewijs voor dat deze beperking ook voor de V-top geldt. Omdat de testresultaten van de TNO proefpersonen tussen de beschermingsmiddelen omtrent bewegingen niet significant verschillen mag voorzichtig aangenomen worden dat deze bewegingsbeperking ook voor de V-Top geldt.

Over het algemeen waren alle ME'ers goed te spreken over de mate van bescherming. Het leek ze een hele vooruitgang in vergelijking met de huidige uitrusting. De politie ME'ers waren erg te spreken over de beenkappen. Ze gaven zelf aan het geen probleem te vinden als ze altijd met de beenkappen zouden moeten lopen. Over de bescherming van de wreef waren ze ook erg positief. Dit was echt iets wat ze misten in de huidige kleding.

Een groter deel van het lichaam wordt beschermd door de kleding. De keerzijde is dat het kledingpakket een groter volume heeft dan het huidige kledingpakket. Hierdoor wordt het lastiger de pakketten en de personen in hetzelfde busje te vervoeren. De nieuwe beschermingsmiddelen zijn ook stugger dan de huidige, waardoor waarschijnlijk meer ruimte nodig is voor het omkleden. Als dit in een busje moet gebeuren kan het lastiger worden dan met de huidige kleding wegens ruimtegebrek.

Tijdens de testen met de ME'ers leek het erop dat de lichte steek-/kogelwerende vesten geen extra invloed hadden op de bewegingsbeperking. Omdat er maar 2 personen met, en 2 personen zonder vest hebben meegedaan en omdat er geen herhalingsmeting zonder vest is gedaan, kan dit als indicatief gegeven mee worden genomen.

Er zijn ook maar twee personen geweest die de huidige toque hebben gedragen. Het dragen hiervan werd als onprettig ervaren, maar dit is een op zichzelf staande ervaring en staat los van de BSST en V-Top kledingpakketten.

De ME'ers hebben de testen alleen uitgevoerd met impactbescherming, omdat het niet ging om de prestatie maat, maar om zicht te krijgen op te verwachten knelpunten tijdens het werken met een bepaald kledingpakket met impactbescherming. Immers, uit de data van de TNO proefpersonen kan wel een prestatie vergelijking gemaakt worden. De data van de ME'ers is daarom niet meegenomen in de statistische analyse.

## 5 Conclusie en aanbevelingen

De geteste kleding met impactbescherming geeft bewegingsbeperkingen. Werkzaamheden boven het hoofd zijn met de nieuwe kleding daardoor niet meer mogelijk. Ook bewegingen waarbij tussen heup en bovenbeen flink wordt gebogen en waarbij de armen voor het lichaam langs kruisen worden bemoeilijkt. Ten opzichte van de huidige kleding is er een afname in bewegingsbeperking.

De impactbeschermingsmiddelen zorgen ervoor dat de persoon die ermee werkt, het snel warm krijgt. Het is aan te bevelen onderzoek te verrichten naar de inzetduur in kleding tegen impact tijdens warme omstandigheden.

De nieuwe kleding met impactbescherming beschermt een groter deel van het lichaam. Daardoor neemt de nieuwe kleding met impactbescherming ingepakt meer plaats in dan de huidige kleding.

## 6 Ondertekening

Soesterberg, december 2007

TNO Defensie en Veiligheid

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized representation of the name.

prof. dr. H.A.M. Daanen  
Afdelingshoofd

A handwritten signature in black ink, featuring a prominent, sharp upward stroke followed by a series of connected, flowing lines.

ing. T.K. Tan  
Auteur

**ONGERUBRICEERD**  
**REPORT DOCUMENTATION PAGE**  
**(MOD-NL)**

1. DEFENCE REPORT NO (MOD-NL) <b>TD2007-0252</b>	2. RECIPIENT'S ACCESSION NO <b>-</b>	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO <b>TNO-DV 2007 A599TNO-DV 2007 A559</b>
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO <b>013.14416</b>	5. CONTRACT NO <b>-</b>	6. REPORT DATE <b>December 2007</b>
7. NUMBER OF PAGES <b>22</b> excl RDP & distribution list)	8. NUMBER OF REFERENCES <b>-</b>	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED <b>Final</b>
10. TITLE AND SUBTITLE <b>Restriction of movement of impact protective clothing for the anti-riot squad of the Dutch Military Police Bewegingshinder van impactbeschermingsmiddelen voor de ME van de KMar</b>		
11. AUTHOR(S) <b>Ing T.K. Tan &amp; Ing J.A. Kistemaker</b>		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) <b>TNO Defence, Security and Safety, P.O. Box 23, 3769 ZG Soesterberg, The Netherlands Kampweg 5, Soesterberg, The Netherlands</b>		
13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) <b>KPU-bedrijf, Drs. H. Jager</b>		
14. SUPPLEMENTARY NOTES <b>The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified, Stg. Confidentieel is equivalent to Confidential and Stg. Geheim is equivalent to Secret.</b>		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE)) <b>Impact protective clothing was ergonomically tested by experts from the Dutch Military Police and the Police and by naive subjects. Movements above the head and across the chest and bending give restriction. The new impact protective clothing gives more restriction than the present used impact protective clothing.</b>		
16. DESCRIPTORS <b>Ergonomics, Restriction of movement, Dutch Military Police, Impact</b>		
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) <b>Ongerubriceerd</b>	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) <b>Ongerubriceerd</b>	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) <b>Ongerubriceerd</b>
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT <b>Unlimited Distribution</b>		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) <b>Ongerubriceerd</b>

**ONGERUBRICEERD**

## Distributielijst

Onderstaande instanties/personen ontvangen een volledig exemplaar van het rapport.

- |       |  |
|-------|--|
| 1     | DMO/SC-DR&D<br>standaard inclusief digitale versie bijgeleverd op cd-rom   |
| 2/3   | DMO/DR&D/Kennistransfer  |
| 4     | Projectbegeleider Defensie<br>drs. H. Jager, KPU-bedrijf   |
| 5/7   | Bibliotheek KMA  |
| 8     | Programmaleider TNO Defensie en Veiligheid<br>P.A. Reffeltrath   |
| 9/10  | TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg,<br>Informatie- en Documentatiedienst  |
| 11/13 | TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg,<br>Business Unit Human Factors,<br>prof. dr. H.A.M. Daanen<br>ing. T.K. Tan<br>ing. J.A. Kistemaker |

**Onderstaande instanties/personen ontvangen het managementuittreksel  
en de distributielijst van het rapport.**

- 4 ex. DMO/SC-DR&D
- 1 ex. DMO/ressort Zeesystemen
- 1 ex. DMO/ressort Landsystemen
- 1 ex. DMO/ressort Luchtsystemen
- 2 ex. BS/DS/DOBBP/SCOB
- 1 ex. MIVD/AAR/BMT
- 1 ex. Staf CZSK
- 1 ex. Staf CLAS
- 1 ex. Staf CLSK
- 1 ex. Staf KMar
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, Algemeen Directeur,  
ir. P.A.O.G. Korting
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, Directie  
Directeur Operaties, ir. C. Eberwijn
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, Directie  
Directeur Kennis, prof. dr. P. Werkhoven
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, Directie  
Directeur Markt, G.D. Klein Baltink
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag,  
Manager Waarnemingssystemen (operaties), ir. B. Dunnebie
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag,  
Manager Informatie en Operaties (operaties), ir. P. Schulein
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk,  
Manager Bescherming, Munitie en Wapens (operaties), ir. P.J.M. Elands
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk,  
Manager BC Bescherming (operaties), ir. R.J.A. Kersten
- 1 ex. TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg,  
Manager Human Factors (operaties), drs. H.J. Vink